

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-211218

(43)Date of publication of application : 03.08.1992

(51)Int.Cl. G02B 26/10

(21)Application number : 03-010362

(71)Applicant : FUJI ELECTRIC CO LTD

(22)Date of filing : 07.01.1991

(72)Inventor : NAKAGAWA WATARU
TSURUOKA MICHIIHIKO

(30)Priority

Priority number : 02 7207
02218026

Priority date : 18.01.1990
21.08.1990

Priority country : JP

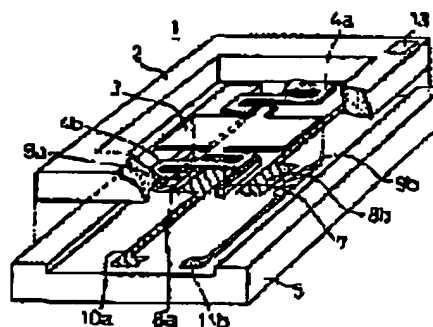
JP

(54) TORSIONAL VIBRATOR AND APPLIED ELEMENT THEREOF

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain a large swing angle even if driving force is comparatively small against a torsional vibrator and an applied element thereof.

CONSTITUTION: A torsional vibrator is constituted in such a way that a frame 2, a plate shape member 3 and beams 4a and 4b to support these mutually are formed of a sheet of plate so as to be in one united body. The beams 4a and 4b have a configuration folded up approximately in a S shape, and since these have the same effect as a single beam, its rigidity becomes very small, and thereby, a large swing angle can be obtained by means of small driving force (electrostatic force).



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-211218

(43) 公開日 平成4年(1992)8月3日

(51) Int.Cl.
G 0 2 B 26/10識別記号 庁内整理番号
1 0 4 Z 8607-2K

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数6(全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平3-10367
(22) 出願日 平成3年(1991)1月7日
(31) 優先権主張番号 特願平2-7207
(32) 優先日 平2(1990)1月18日
(33) 優先権主張国 日本(J P)
(31) 優先権主張番号 特願平2-21808
(32) 優先日 平2(1990)8月21日
(33) 優先権主張国 日本(J P)

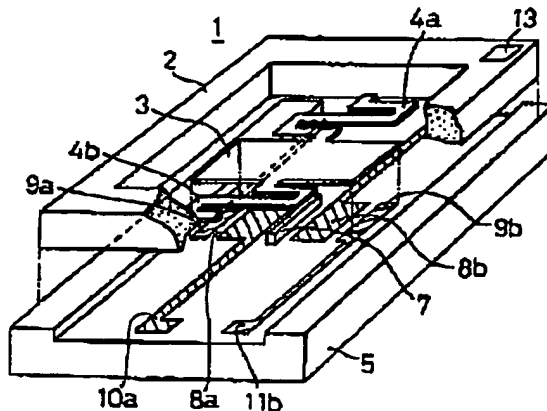
(71) 出願人 000005234
富士電機株式会社
神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号
(72) 発明者 中川 亘
川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機
株式会社内
(72) 発明者 鶴岡 亨彦
川崎市川崎区田辺新田1番1号 富士電機
株式会社内
(74) 代理人 弁理士 松嶋 清

(54) 【発明の名称】 ねじり振動子およびその応用素子

(57) 【要約】

【目的】 ねじり振動子とその応用素子に対する駆動力が比較的小さくても大きな振れ角が得られるようにする。

【構成】 枠2、板状部材3およびこれらを互いに保持するためのビーム4a、4bを1枚の板から一体に成形してねじり振動子を構成する。ビーム4a、4bは略S字形に折り畳まれた形状をしており、これが1本のビームと同じ効果を持つので、その剛性は非常に小さくなり、従って小さな駆動力(静電気力)で大きな振れ角を得ることが可能となる。



(2)

特開平4-211218

1

【特許請求の範囲】

【請求項1】 板状部材と、その重心を通る軸上でこの板状部材に結合されこの軸の直角方向にS字形となるよう複数回折り返し同じ軸上で枠体に結合された一対の保持部材と、を前記枠体とともに一枚の板から一体に形成してなることを特徴とするねじり振動子。

【請求項2】 反射ミラーとなる板状部材と、その重心を通る軸上でこの板状部材に結合されこの軸の直角方向にS字形となるよう複数回折り返し同じ軸上で枠体に結合された一対の保持部材と、を前記枠体とともに一枚の板から一体に形成してなるねじり振動子に対し、前記板状部材と平行でかつ前記軸を挟む対称な位置に一対の電極を設けてなることを特徴とする光偏向子。

【請求項3】 端部に歯状形状の可動電極を持つ板状部材と、この板状部材と枠体とに結合された一対の保持部材と、前記枠体に形成された歯状とかみ合う他の歯状形状の固定電極とからなり、この固定電極と前記可動電極とを歯の厚さ方向に段差をつけて設けたことを特徴とするねじり振動子。

【請求項4】 前記板状部材に反射ミラーを形成してなることを特徴とする請求項3に記載の光偏向子。

【請求項5】 板状部材と、その重心を通る軸上でこの板状部材に結合されこの軸の直角方向にS字形となるよう複数回折り返し同じ軸上で枠体に結合された一対の保持部材と、を前記枠体とともに一枚の板から一体に形成してなるねじり振動子に対し、前記板状部材に一対の可動電極を形成し、この可動電極と対向する位置に一対の固定電極を設けてなることを特徴とするスイッチ素子。

【請求項6】 前記スイッチ素子を気密性の高いケース内に収容するとともに内部雰囲気をはば真空状態にし、かつ不活性で最小火花電圧の高い特性を持つ気体を封入したことを特徴とする請求項5に記載のスイッチ素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、光学機器の光走査等に適用することが可能なねじり振動子およびその応用素子に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来、この種の素子としては例えばスパンバンドに反射ミラー、駆動コイルを取付けて電磁的に駆動するようにした光走査素子（光偏向子）があるが、個々に独立した部品を組み立てる必要があることから、小形化することが難しいという欠点がある。このような欠点を解決する方法の一つとして、スパンバンドと反射ミラーを一体に形成するものも知られている。図15はこのような装置を説明するためのもので、例えばIBM "R&D" VOL. 24, p. 631, 1980に発表されている。同図において、51はシリコンプレートからスパンバンド52a、52bと反射ミラー53とを一体に形成した振動子、54はガラス製の基板である。反

2

射ミラー53は中心でこの基板54の突起55と撞しているが、その左右は窪み56により一定のギャップが保たれている。57a、57bは基板54に設けた電極で、一方の電極とミラー53との間に適宜な手段にて外部から電圧を印加することにより、ミラー53が静電引力で吸引されて傾くことから、ミラー53に当たった光は図15の（ロ）に矢印で示すように進走されることになる。つまり、ミラー53が左右に各々だけ傾くと、光は2φだけ振れることになる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、このような装置では反射ミラーの振れ角を大きくするにはそのねじり剛性を小さくする必要があり、そのためには反射ミラーを保持しているスパンバンドを長くしなければならず、したがって振れ角の増加と小形化とを両立させることが難しいという問題がある。特に、シリコンを用い何回ものフォトエッチングプロセスで製作する場合には、一枚のシリコンウェハーから何個できるかによって直接コストが決まるので、小形化は非常に重要な要因となる。したがって、本発明の課題は小形で振れ角を大きくすることが可能なねじり振動子を提供することにある。

【0004】

【課題を解決するための手段】 板状部材と、その重心を通る軸上でこの板状部材に結合されこの軸の直角方向にS字形となるよう複数回折り返し同じ軸上で枠体に結合された一対の保持部材と、を前記枠体とともに一枚の板から一体に形成する。

【0005】

【作用】 保持部材を略S字形にすることにより、少ない面積に長いビームを形成することができて全体が小形化できるとともに、ねじり剛性はビームが長くなる分小さくなり、小さな駆動力で大きな振れ角を得ることができる。

【0006】

【実施例】 図1は本発明の実施例を示す斜視図、図2はその断面図、図3は保持部材の作用を説明するための説明図である。すなわち、この実施例では枠2、板状部材3およびビーム（保持部材）4a、4bを一枚のシリコン基板からフォトエッチングプロセスで一体的に成形し、ねじり振動子1としている。このように折り畳まれたビームは、一本のビームと同じ効果を持つのでその剛性は非常に小さくなり、従って小さな駆動力で大きな振れ角を得ることが可能となる。このようなねじり振動子は組み合わされて使われることが多く、図1はこれにガラス基板5を組み合わせて光走査素子（光偏向子）とした場合の例を示している。したがって、このねじり振動子1の板状部材3はそれ自体が反射ミラーを形成するか、反射部材を保持しているものとされている。そして、ガラス基板5にはこの反射ミラー3が回転し得るよ

(3)

特開平4-211218

3

うに、例えば50 μ m前後の深さにエッチング加工された凹部6a、6b(図2参照)を有している。また、7はこの凹部6a、6bのほぼ中央の丁度反射ミラー3の回転中心に形成された突起で、この部分の高さは周囲と同一平面になっていて、振動子1を収容するとこの部分で接するようになっており、振動子1が回転する際の支点としての役割を果たしている。8a、8bは上記突起7に対し左右対称な位置で、かつ反射ミラー3と対向する位置に設けられた第1の電極で、例えばCrとAuの薄膜を2層に蒸着した構造になっている。9a、9bは8a、8bと同様の第2電極で、これらの電極はそれぞれリードを介して端子に接続されている。図1にはこの端子のうち10a、11bが示されているが、10aに対応する10bおよび11bに対応する11aも設けられていることは言うまでもない。12はこれらの電極の上に例えばシリコンの酸化膜(SiO₂)を蒸着して形成された絶縁層で、反射ミラー3が回転してガラス基板5に接触するときの電極間の短絡を防止するためのものである。

【0007】このような構成において、いま例えば第1電極8aの電位を図示されない適宜な手段によって電極8bのそれよりも高くすると、反射ミラー3は電極8aとの間に作用する静電引力で図2中に示す矢印方向に回転し、ビーム4a、4bはこのモーメントを受けて図3の点線のように変形する。折り畳まれたビームは一本のビームと同等の効果を持つのでねじり剛性は小さくなり、したがって、小さな駆動力で大きな振れ角を得ることが可能となる。ところで、上記の如き光偏向子には通常、反射ミラーの初期ねじれに伴う偏向角のオフセットが存在する。つまり、フォトリソグラフィプロセスは残留応力は小さいが零ではなく、さらに電極または反射膜を表面に載せる際に発生する残留応力や、組立時の歪等によってねじれが発生するため、必ずしも基板と平行にはならない。このため、図15の如き装置でもミラーのねじれを機械的に調整するようにしているが、全体の大きさが非常に小さくなると作業も複雑となり、精度も得られなくなる。また、振幅については通常は反射ミラーを駆動する電圧をオープンループ制御するようにしているため、ダンピング材となる周囲気体または気体の温度変化によるダンピング特性の変化や、誘電率変化に伴う静電駆動力の変化で振れ角が影響を受けるなどの問題がある。

【0008】そこで、本発明では次のようにしている。図4はかかる実施例を示す概要図である。すなわち、振動子1とガラス基板5とを組み合わせてなる光偏向子に対し、検出器14a、14b、演算器15、駆動部16および外部から反射ミラー3の振れ角を設定するための設定器17等を設けて構成される。また、8a、8bおよび9a、9bは図1または図2に示した第1、第2電極であり、13は振動子1と電気的に接続するために設

4

けられた接続端子で、上記電極8a、8bまたは9a、9bと同様の構造となっており、グランド電位に固定されている。なお、検出器14a、14bは第2電極9a、9bに接続されている。したがって、反射ミラー3と第2電極9aおよび9bの各間隔が互いに等しいときはその静電容量も等しく、検出器14a、14bの出力も同じとなって演算器15からは何らの出力も出ない。しかし、反射ミラー3が例えば図4の点線のように傾くと、第2電極9aとの間隔の方が狭くなって静電容量が大きくなり、検出器14a、14bの出力に差が生じるので、演算器15はその比が1に等しくなるよう、第1電極8aの電圧を下げる一方電極8bの電圧を上げてその差が零になるような電圧信号を駆動部16を介して出力し、その制御を行なう。このように、第1電極の電圧は増減させる必要があるため、ここでは最大駆動電圧の1/2のバイアス電圧を左右に加えて置くようにしている。これは振れ角を制御する場合も同様で、外部から振れ角に対応する静電容量の差に応じた制御信号を与えれば検出器14a、14bの電圧出力比すなわち振幅が制御できることになる。なお、実際の制御に当たっては、振動子1の振動パラメータを考慮した最適な制御系が必要不可欠とは言うまでもない。

【0009】図5は振動子を用いてスイッチ素子を構成した実施例を示す斜視図、図6はその断面図である。図1または図2と比較すれば明らかなように、両者の相違点はその電極構造にある。すなわち、ガラス基板5には第1電極8a、8bとスイッチの固定接点となる電極18a、18bおよび19a、19bを設ける一方、シリコンの反射ミラーに相当する可動プレート20には絶縁膜21と、可動接点となる導体膜22a、22b(図6参照)とを設けた点の特徴である。このような構成において、例えば第1電極8aに電圧を印加すると可動プレート20は図6の矢印方向に回転し、導体膜22aが電極18a、19aと短絡し、この回路が導通する。同様にして、第1電極8bに電圧を印加すると電極18a、19bが導通し、これによっていわゆるリレーが構成されることになる。このようにすると、電極18aおよび19aと導体膜22a、または電極18bおよび19bと導体膜22bとの間隔で絶縁耐圧が決まるため、できるだけギャップを広くする必要があるが、本発明の如くS形状のビームで可動プレート20を保持するようにしているのでねじり剛性が小さく、ギャップを広くしても低い電圧で可動プレート20を駆動できるので、絶縁耐圧の高いスイッチまたはリレーを得ることができる。

【0010】ところで、このような超小型の可動接点部品(スイッチング素子)を実用化するには、周囲の塵埃や汚染から保護するために密封構造とする必要があり、従来のリレー技術では接点の酸化防止も兼ねて、不活性ガスで置換して気密封止する方法が一般に採用されている。しかし、上述の如きスイッチング素子では、平行平

(4)

特開平4-211218

6

板状電極間に働く静電力で接点を駆動すべく電極を設けたガラス基板と可動プレートとはできるだけ狭い隙間（ $20\mu\text{m}$ 程度）を隔てて設置する必要があるため、単に空気または不活性ガスで置換しただけでは気体の粘性による抵抗力の作用が支配的になり、接点の開閉動作を高速で行なうには高電圧が必要となる。そこで、以下のようにする。図7は低電圧で高速の駆動が可能なスイッチング素子の実施例を示す斜視図で、図8はその断面図、図9はその特性説明図である。すなわち、基本的な構成は図5または図6と同じであるが、ギャップ23aおよびステム23bからなるパッケージ23を設け、ギャップ23aとステム23bとを抵抗溶接等の気密性の高い接合とし、パッケージ内部の雰囲気気を長期間一定に保つようにした点が特徴である。パッケージ内部の封入気体圧力は、その気体の抵抗力が小さくなるまで、例えば10torr（トル：1mmHg）以下となるまで減らすようにする。なお、この圧力についてはギャップの距離、気体の圧力および種類と、火花を生じるときの火花電圧との関係を示すバッシュエン曲線において、最小火花電圧近傍の圧力領域を避けることが望ましい。また、封入する気体の種類は接点の酸化を防止し、かつ最小火花電圧のできるだけ大きな気体、例えば窒素、 SF_6 （六フッ化硫黄）などを選択することが好ましい。なお、24はパッケージ23に接合されたピンで、ガラス基板上の各電極とワイヤ25により接続されている。すなわち、スイッチング素子の構成を図5または図6のまますると、可動プレート20の面積に比べて対向するガラス基板5との距離が $20\mu\text{m}$ 程度と小さいので、高速駆動時には両者間の空気の層が抵抗力を発生し、低電圧では接点の開閉時間が長くなる。

【0011】図9に常温空気での圧力の違いによる可動プレートの応答時間の関係を示す。この振動子のねじり共振周波数は約1KHzであるが、空気による粘性抵抗力Fは可動プレートの速度をv、流体の密度をρ、プレートの面積をAとすると、 $F \propto \rho \cdot A \cdot v$ なる関係が成り立つので抵抗力が大きくなり、低電圧駆動では応答時間が長くなる。これに対し、図8または図9ではスイッチング素子を気密性の高いパッケージ内に封入し内部の圧力を、例えば10torr以下に設定したので、可動プレートに対する空気抵抗力が無くなり、したがって低電圧で高速な駆動が可能となる。つまり、図9の（ロ）はスイッチング素子に印加する電圧波形の例を示し、同図（イ）はかかる電圧を印加したときの振幅（ギャップ）の応答時間の関係を示しており、実線の如き1気圧（1atm）の場合よりも、点線の如き真空状態（1torr）にしたときの方が応答時間が速くなることが分かる。また、不活性かつ最小火花電圧の高い気体を少なくとも大気圧よりも低い状態で封入するので、空気抵抗力の影響が小さくて高速駆動が可能であり、さらには接点の酸化防止や接点間での放電も防止することができ、そ

6

の結果、耐電圧の高い安定な素子を得ることができる。なお、上記ではパッケージの封止に抵抗溶接を用いたが、ハンダ封止やコールドウェルド等如何なる封止技術を採用しても良い。

【0012】ここで、再び図1のねじり振動子に着目すると、その板状部材の振れ角を大きくするには、基板の弾性を大きくして振動子と基板とのギャップ距離を大きくする必要があることが分かる。しかしながら、一定の静電気引力を得るにはギャップ距離の2乗に比例した電圧を印加しなければならないことから（静電気引力Fとギャップ距離Dとの間には $F \propto 1/D^2$ の関係がある）、振れ角の増加と低電圧駆動とを両立させることが難しいという問題が残されていることになる。図10はかかる場合に対処し得る実施例を示す斜視図である。この例では、例えばガラス基板のような絶縁材料からなる枠体36と、これに接合されたシリコン基板からなる固定電極35a、35bと、板状部材31と、ビーム33a、33bおよび可動部固定材34a、34bとをフォトリソグラフィングプロセスで一体に成形し、ねじり振動子30としている。さらに、支持部材38を有する固定基板37にこのねじり振動子30を固定し、支持部材38により板状部材31を押上げ、可動電極32a、32bと固定電極35a、35bとに若干の重なり部分を残しつつ段差を設けている。支持部材38は板状部材31の重心を通る軸上に設置しており、可動電極32a、32bと固定電極35a、35bとの間には適当なギャップがあるので、板状部材31は支持部材38およびビーム33a、33bを中心に回転できるようにになっている。なお、同図はねじり振動子30を固定基板37に載置する前の状態を示し、固定材34aおよび固定電極35bは切断されてその一部だけが示されている。

【0013】かかる構成において、可動部固定材34a（または34b）と固定電極35aとに電圧を印加すると、可動電極32a、32bの端面各側面には固定電極との間に発生する電界により、両者の段差を0にしようとする静電力Fが発生する。この力Fは空気の誘電率をε、電極の長さをL、印加する電圧をV、両電極間距離をDとすると、

$$F = \epsilon \cdot L \cdot V^2 / 2D$$

で表わされるので、板状部材にn本の歯面を設けると、2nFの駆動力が得られる（1本の歯面には2つの固定電極が対向し、その各々でFなる力が働くことになる）。この様子を図11に示す。このような動作は他方の固定電極（ここでは35b）に電圧を印加しても上記と同様に行なわれ、板状部材はその支持部を中心に1方向には成る角度φだけ回転するので、両方向には2φだけ振れることになる。その様子を図12に示す。したがって、図13のように、固定基板37に載置されたねじり振動子30の板状部材にミラー反射部31Aを形成することにより、光偏向子とすることが出来る。

(5)

特開平4-211218

7

8

【0014】このように、図10ないし図18の例では段差を設けた歯状電極により駆動力を得るので、段差を大きくすれば振れ角を大きくすることができ、また歯状数を多くすれば低電圧の駆動が可能となる。また、ビーム33a、33bをS字状とすることにより、少ない面積に長いビームを形成することができて全体が小さくすることが可能となり、小さな駆動力で大きな振れ角が得られるようにした点は図1の場合と同様であるが、このビームはねじり剛性がありさえすれば、如何なる形状のものでも良い。さらに、固定電極の歯状の1部分を電気的に絶縁し、この固定電極と可動電極とから板状部材の回転角度を静電容量変化として検出してフィードバック制御することにより、振れ角を制御することができる。また、固定電極と可動電極とを対にして一方を駆動するときは他方を検出器として用いることにより、図4の場合と同様に製作時に発生するねじれを機械的に調整することなく補償できるとともに、振れ角を精度良く制御することが可能となる。

【0015】

図14に図10の応用例を示す。

これは、図10に示す小型、軽量のねじり振動子30を、永久磁石41a、41bによる外部磁界内に設置したりガメント42a、42bおよびコイル43からなるガルバノミラー40に固定したものである。この場合、ねじり振動子30の回転軸をガルバノミラー40のリガメント42a、42bによる軸と直角にして固定することにより、小型、低コストでかつ振れ角が大で広範囲の走査が可能な2次元光偏向子を得ることが可能となる。

【0016】

【発明の効果】本発明によれば、歯状形状の可動電極を持つ板状部材または持たない板状部材を回転駆動させるねじり振動子およびその応用素子において、板状部材を従来の如き直線状のねじりばねではなくS字形状のビームで保持するようにしたので、小形ではねじり剛性の小さな保持が可能となり、低電圧で大きな振れ角が得られるという利点がある。また、製造コストも安くなるという効果もある。さらには、板状部材の角度を回転中心の左右の静電容量の比として検出して振れ角を制御することにより、可動プレートの製作時に発生するねじれを機械的に調整することなく補償できるとともに、周囲温度等の影響を受けずに精度良く振れ角を制御することができる。板状部材を回転駆動させるスイッチング素子を気密性の高いパッケージ内に封入し、内部の圧力を大気圧よりも低くしたので、板状部材の高速運動時における気体の抵抗力を小さくでき、低電圧で高速度のスイッチングが可能となる。また、周囲気体の温度変化によるダンピング特性の変化や、誘電率変化に伴う静電駆動力の変化で可動プレートの振幅に影響を受けることなく、安定なスイッチング動作が可能となる。さらに、パッケージ内

部の気体を不活性で最小火花電圧の高い気体を低圧で封入すれば、接点の酸化が防止されかつ耐電圧特性が向上することになる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例を示す斜視図である。

【図2】図1の断面図である。

【図3】図1の保持部材の作用を説明するための説明図である。

【図4】本発明の応用例を示す斜視図である。

10 【図5】本発明の第2の実施例を示す斜視図である。

【図6】図5の断面図である。

【図7】本発明の第3の実施例を示す斜視図である。

【図8】図7の断面図である。

【図9】常温空気での圧力の違いによる可動プレートの応答時間の関係を説明するための説明図である。

【図10】本発明の第4の実施例を示す斜視図である。

【図11】図10の動作原理を説明するための説明図である。

20 【図12】図10の動作を説明するための断面図である。

【図13】本発明の第5の実施例を示す斜視図である。

【図14】図10の応用例を示す構成図である。

【図15】光偏向子の従来例を説明するための説明図である。

【符号の簡単な説明】

1 ねじり振動子

2 枠（シリコン基板）

3 板状部材（反射ミラー）

5 ガラス基板

30 7 突起

4a ビーム（保持部材）

4b ビーム（保持部材）

6a 凹部

6b 凹部

8a 電極

9a 電極

12 絶縁膜

13 接地端子

15 演算器

40 16 駆動部

17 設定器

20 板状部材（可動プレート）

21 絶縁膜

23 パッケージ

24 ピン

25 ワイヤ

30 ねじり振動子

31 板状部材

36 枠体

50 37 固定基板

(6)

特開平4-211218

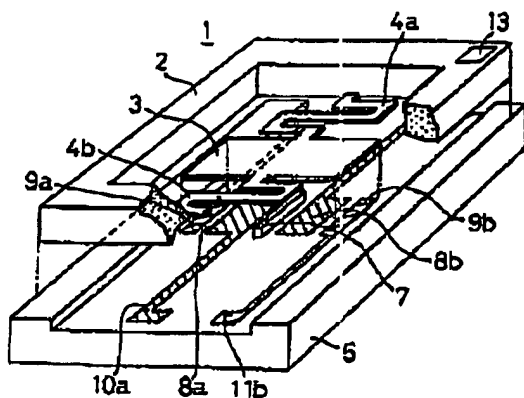
9

40 ガルバノミラー
 43 コイル
 51 ねじり振動子
 53 板状部材 (反射ミラー)
 54 ガラス基板
 56 突起
 58 窪み
 10a 接地端子
 11b 接地端子
 14a 検出器
 14b 検出器
 18a 電極
 18b 電極
 19a 電極
 19b 電極
 22a 導体膜
 22b 導体膜
 23a キャップ

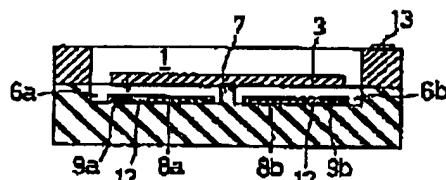
10

23b ステム
 31A ミラー
 32a 可動電極
 32b 可動電極
 33a ビーム
 33b ビーム
 34a 固定材
 34b 固定材
 35a 固定電極
 35b 固定電極
 41a 永久磁石
 41b 永久磁石
 42a リガメント
 42b リガメント
 52a スパンバンド
 52b スパンバンド
 57a 電極
 57b 電極

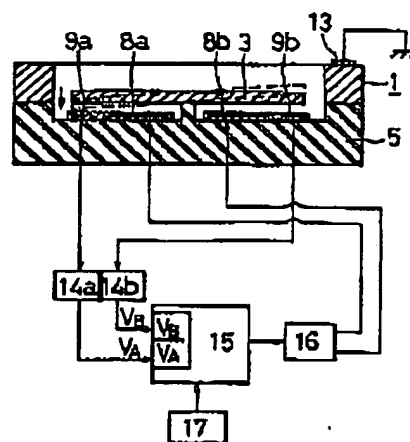
【図1】



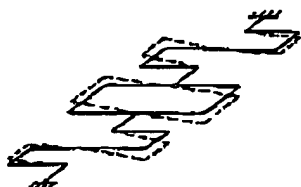
【図2】



【図4】



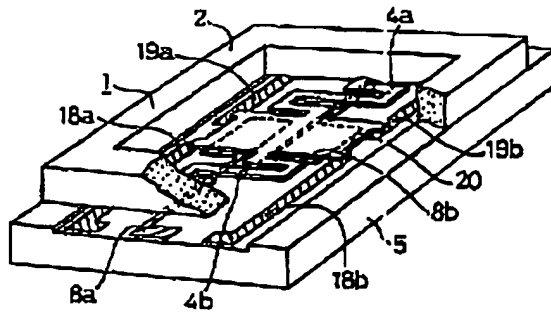
【図3】



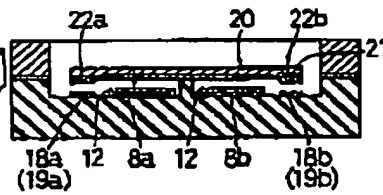
(7)

特開平4-211218

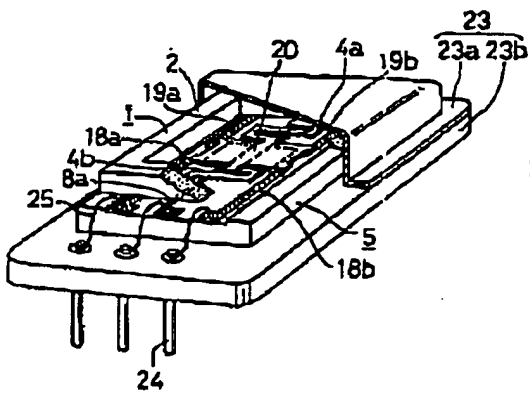
【図5】



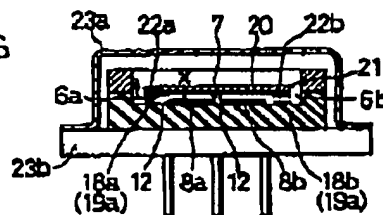
【図6】



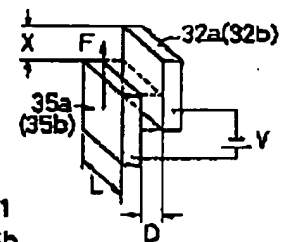
【図7】



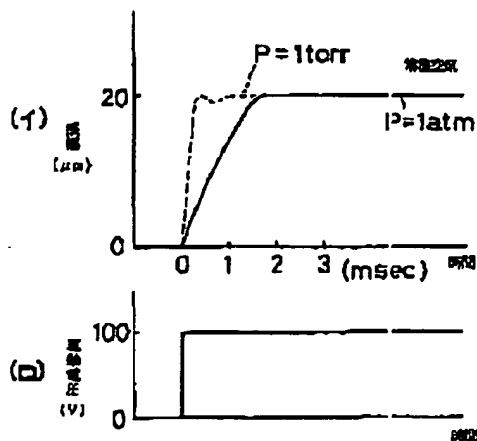
【図8】



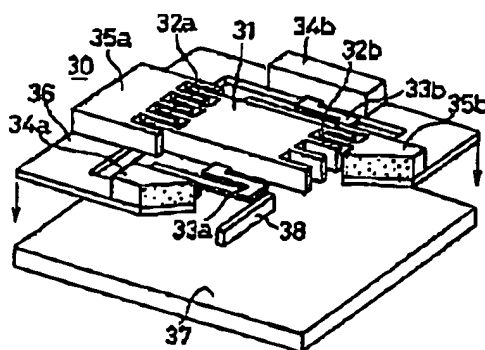
【図11】



【図9】



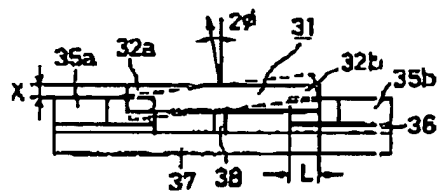
【図10】



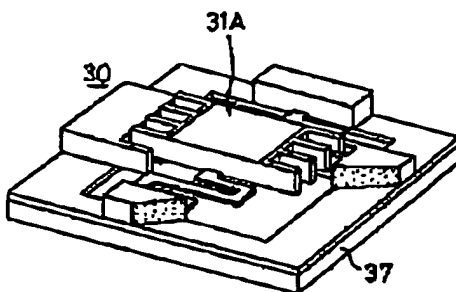
(8)

特開平4-211218

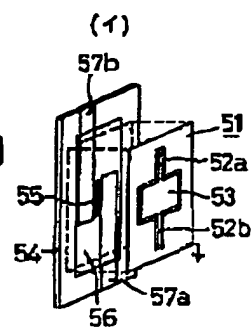
【図12】



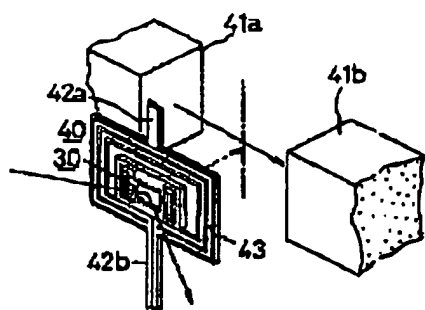
【図13】



【図15】



【図14】



(口)

